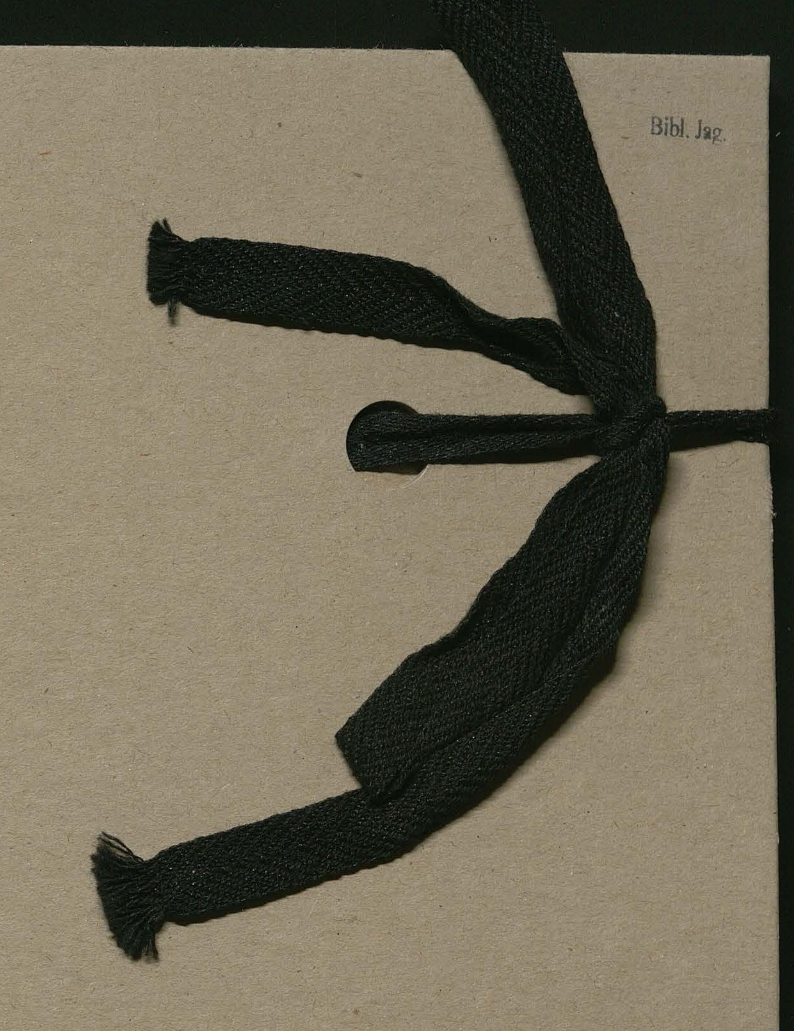
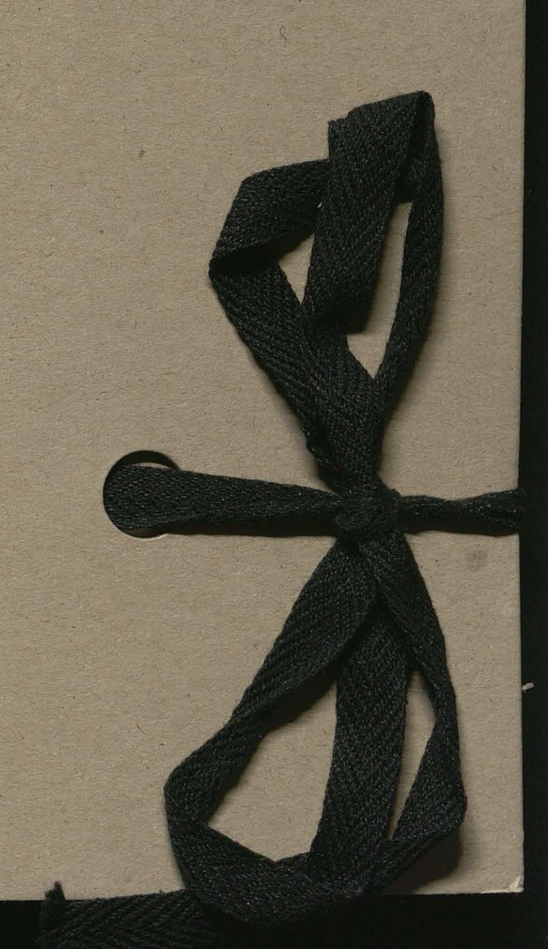
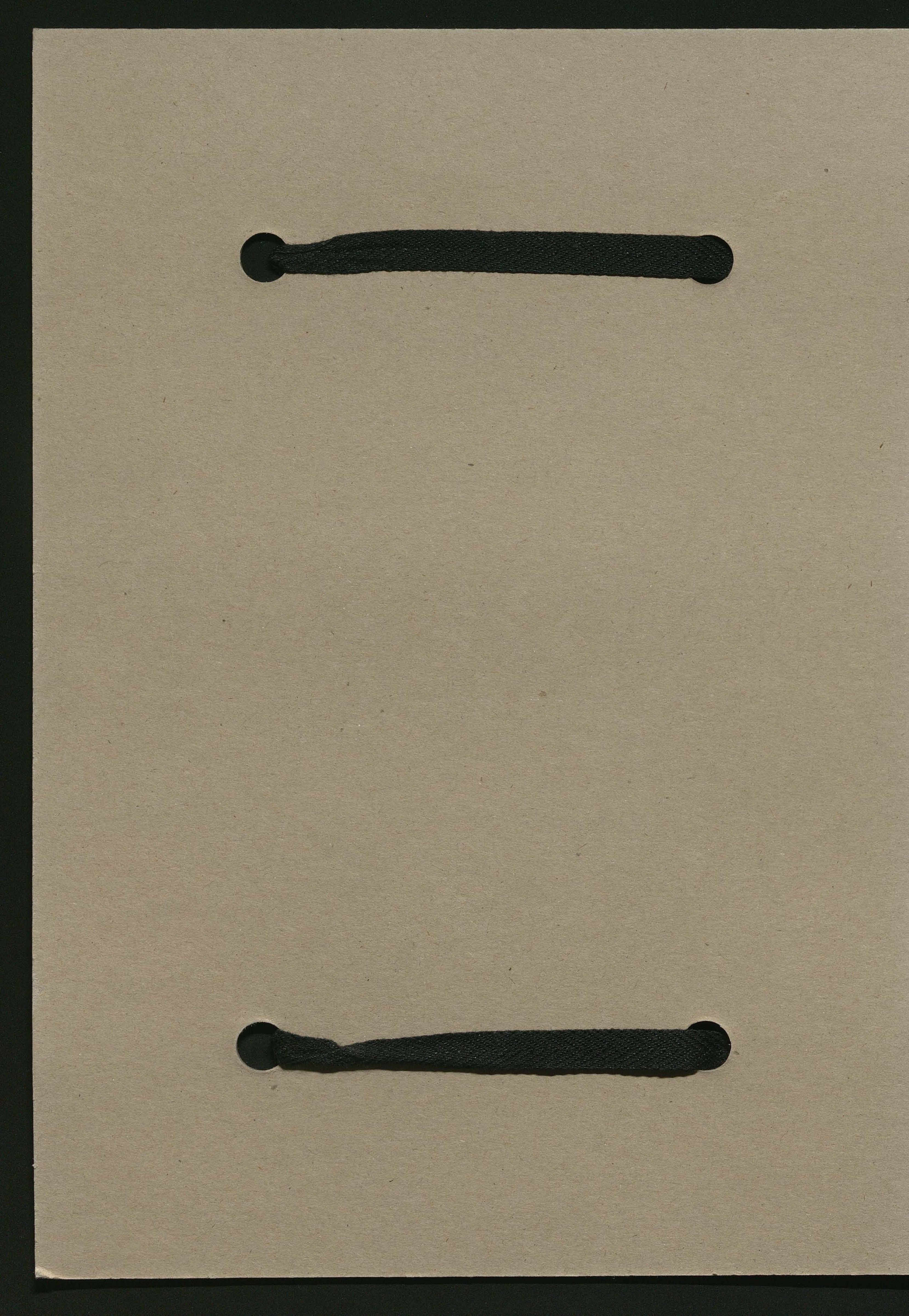






UEBER

NACHNAHMBOHRER.

VORTRAG

gehalten in Wien, am 19. September 1898. bei der internationalen Wanderversammlung der Bohrtechniker

von

W. WOLSKI

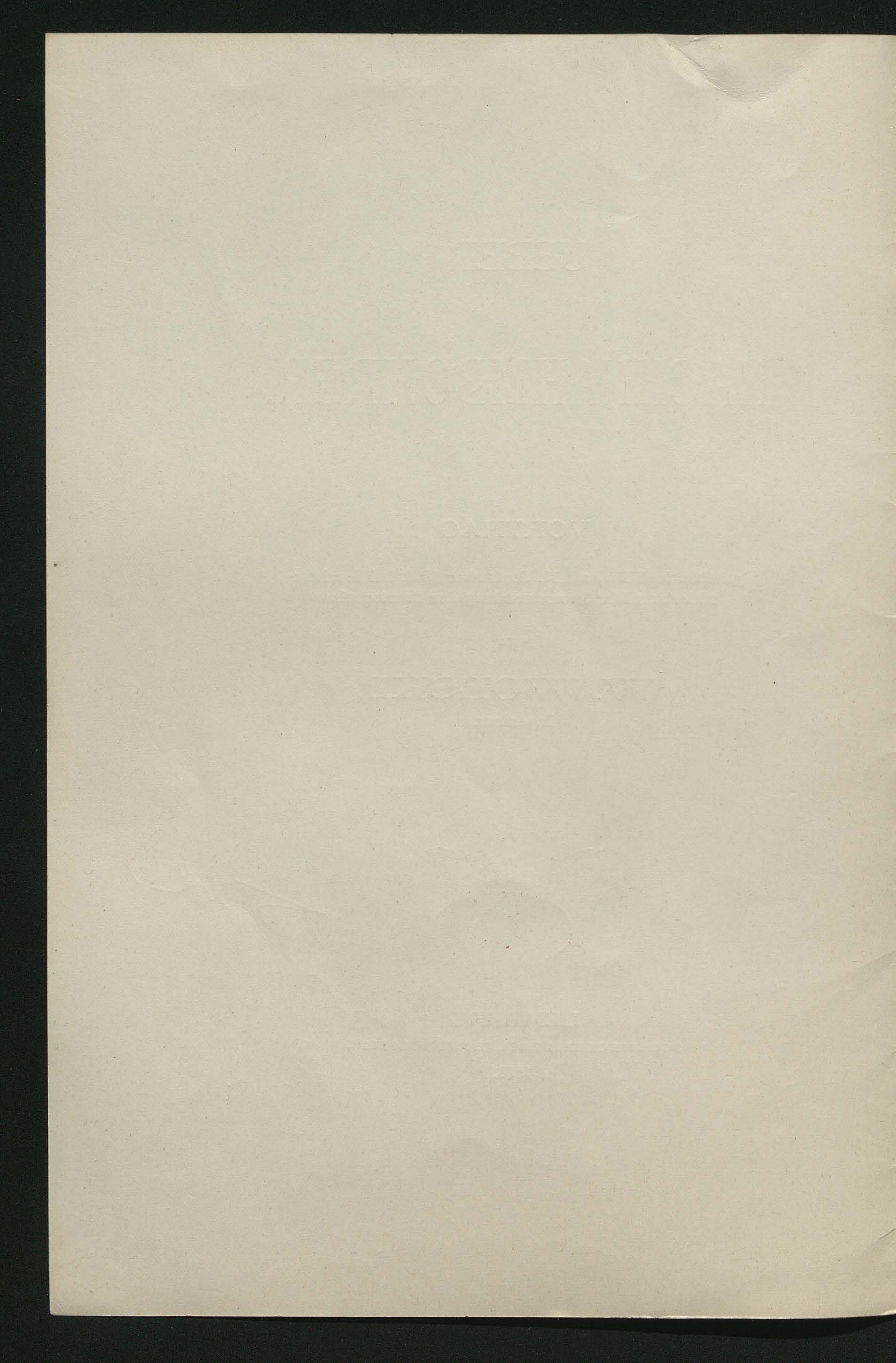
Ingenieur.



LEMBERG

BUCHDRUCKEREI DES „SŁOWO POLSKIE".

1898.



UEBER

NACHNAHMBOHRER.

VORTRAG

gehalten in Wien, am 19. September 1898. bei der internationalen Wanderversammlung der Bohrtechniker

von

W. WOLSKI

Ingenieur.



LEMBERG

BUCHDRUCKEREI DES „SŁOWO POLSKIE".

1898.



In dem Maasse, als das praktische Bedürfnis uns zwingt, immer grössere Teufen aufzusuchen, fällt dem Nachnahmbohrer eine immer wichtigere Rolle zu. Derselbe ist, ich möchte beinahe sagen, zu einem ebenso unerlässlichen Werkzeuge des Bohrtechnikers geworden, wie der Meissel selbst. Dies veranlasst mich, dieses Thema heute aufzunehmen. Dabei verfolge ich nicht so sehr die Absicht, alle jene zahllosen Constructionen aufzuzählen und zu beschreiben, welche im Laufe der Zeit mit mehr oder weniger Erfolge aufgetaucht sind, als vielmehr etwas näher zu untersuchen, unter welchen Verhältnissen ein Nachnahmbohrer arbeitet und auf theoretischem Wege diejenigen Prinzipien abzuleiten, welche die Grundlage zur Beurtheilung einer jeden bestehenden und zukünftigen Construction bilden müssen.

Wäre das Gebirge gleichmässig milde oder hart und der Ansatz ringsherum gut vorgeschnitten, so müsste die Arbeit der Erweiterung, sei es mit dem Bohrmeissel (nach Herausziehen der Rohre) sei es mittels des ersten besten Nachnahmbohrers (unter der Röhrentour) mit unfehlbarer Sicherheit vor sich gehen. Leider gehört solches Gebirge zu Ausnahmen und die Regel bilden — z. B. in den galizischen Karpathen — abwechselnd harte und milde, mitunter sehr stark geneigte Schichten. Die arbeitende Seitenschneide trifft dann keinen regelmässigen Ansatz, sondern geneigte, glatte Flächen, oder sie schlägt in

ein geradezu trichterförmig sich verengendes Bohrloch. Ein solches conische Bohrloch entsteht viel häufiger, als man es vermuthet und ist dadurch begründet, dass die Seitenschneiden des vorhergehenden Meissels oder Nachnahmbohrers bei der Arbeit im scharfen Gebirge sich successive abgenützt haben. Dieser Umstand ändert wesentlich die Verhältnisse unter denen ein Nachnahmbohrer arbeitet, indem eine sehr ungünstige Zerlegung der Kräfte eintritt.

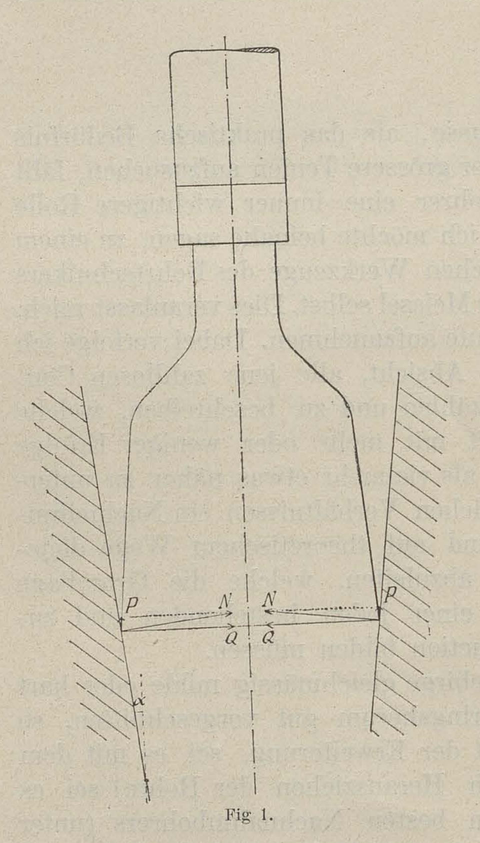


Fig 1.

Stelle (Fig. 1) in etwas übertriebenem Maasse ein conisches Bohrloch dar, in welches die Schneide eines Meissels oder Nachnahmbohrers schlägt. Nennen wir den Neigungswinkel der Wände gegen das Loth α und nehmen dieselben vorläufig als vollkommen glatt und hart an, so ist der Widerstand, den ein solches Bohrloch dem Vordringen des Meisels entgegensetzt, durch zwei Kräfte N ausgedrückt, welche auf

der Fläche der Wandung senkrecht stehen, also gegen den Horizont um den Winkel α geneigt sind. Zerlegt man diese Kräfte nach horizontaler und verticaler Richtung, so erhält man zwei vertical nach aufwärts gerichtete Componenten P, welche das Vordringen des Meissels verhindern und zwei horizontale, einander entgegengesetzte Kräfte Q, welche das Bestreben haben den Meissel zusammenzudrücken resp. die Backen des Nachnahmbohrers zu schliessen. Zwischen beiden Componenten besteht die Beziehung:

$$Q = P \operatorname{cotg} \alpha.$$

Mit wie enormen Kräften wir es hier zu thun haben, möge ein numerisches Beispiel zeigen. Sei $\alpha = 1^0$ angenommen, so ruft jede Tonne der Kraft des Schlages einen Seitendruck $Q = 57.200$ Klg. hervor. Diese Ziffer zeigt zur Genüge, unter wie schweren Verhältnissen ein Nachnahmbohrer mitunter arbeitet; sie erklärt auch die Erscheinung der Klemmung, welche beim Erweitern des Bohrlochs mit dem Meissel so empfindlich werden kann.

Wir wollen diese Vorgänge etwas näher ins Auge fassen und müssen zu diesem Zwecke einen neuen Factor berücksichtigen, die Reibung. Wir haben bisher die Wände als vollkommen glatt angenommen, was in Wirklichkeit keineswegs zutrifft. Vielmehr findet zwischen dem Stahl der Backe und dem Sandstein eine Reibung statt, welche angenähert durch den Reibungswinkel $\varrho = 15^0$ bis 20^0 ausgedrückt erscheint.*)

---

*) Bekanntlich ist die Reibung d. i. die Kraft, welche dem Verschieben eines Körpers längs einer Fläche entgegenwirkt, abhängig vom normalen Drucke N des Körpers gegen die Fläche und von dem sogen. Reibungscoefficienten r, welcher durch die Natur der beiden sich reibenden Körper bedingt ist.

Stelle (Fig. 2.) wieder das conische Bohrloch dar so wird der Widerstand der Wände gegen das vordringen des Meissels jetzt, wenn nun auch die Reibungberücksichtigt wird, aus dem normalen Widerstande N und dem tangentialen Reibungs-Wiederstande F bestehen, welch' letzterer nach aufwärts gerichtet ist, weil die Bewegung nach abwärts stattfindet. Der Gesammtwiderstand wird also durch die resultirende Kraft O ausgedrückt, welche schief aufwärts u. zwar gegen den Horizont um den Winkel $\varrho + \alpha$ geneigt ist. Die verticale Componente

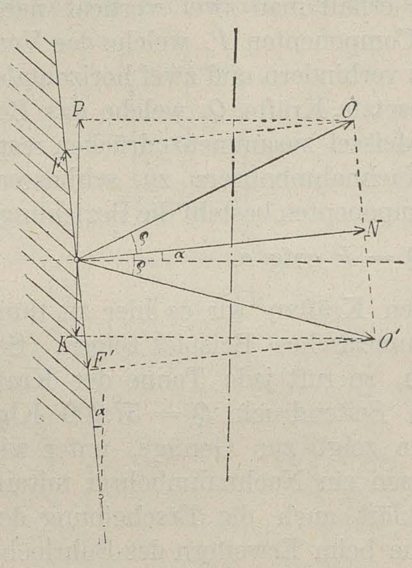


Fig. 2.

$$P = O \sin (\varrho + \alpha) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1.$$

Dieser Coefficient kann auch als Tangente eines Winkels, des sogen. Reibungswinkels gedacht werden.

$$r = \text{tg } \varrho.$$

Dies ist derjenige Winkel, unter dem eine schiefe Ebene gegen den Horizont geneigt sein muss, damit der auf dieselbe gelegte Körper sich durch seine eigene Schwere zu verschieben beginne. Auch muss eine schief gegen die Fläche wirkende Kraft mindestens um den Reibungswinkel ϱ von der Normalen abweichen, um eine Verschiebung bewirken zu können; ist die Richtung steiler, so bleibt die Kraft, sie mag noch so gross sein, ohne Wirkung.

hält den Schlag des Meissels auf, während die horizontale Kraft $Q = O. \cos (\varrho + \alpha)$ die beiden Seitenschneiden zusammenpresst. Zwischen beiden Componenten besteht natürlich die Beziehung

$$Q = P. \operatorname{cotg} (\varrho + \alpha) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2.$$

Wir wollen nun zum obigen Zahlenbeispiele zurückkehren und annehmen, dass der Meissel in ein trichterförmig sich verengendes Bohrloch schlägt, dessen Wände gegen des Loth um den Winkel $\alpha = 1^0$ geneigt sind. Nehmen wir den Reibungswinkel mit $\varrho = 20^0$ an, so wird jede Tonne von der Kraft des Schlages einen Seitendruck von $Q = 2.600$ Kg. hervorrufen. Ein Vergleich dieser Ziffer mit der vorhin ermittelten von $Q = 57.200$ Kg. lehrt uns die Rolle würdigen, welche bei diesen Vorgängen die Reibung spielt und welche uns in diesem Falle zu Gute kommt.

Weniger günstig ist der Einfluss der Reibung im nächtsfolgenden Augenblicke d. i. wenn die durch den Schlag zwischen die conischen Wände eingezwängte Schneide sich wieder heben soll. Dann richtet sich der Widerstand der Reibung F', der zum normalen Widerstand N hinzutritt, nach abwärts (weil die Bewegung nach aufwärts geschehen soll). Die resultirende Kraft O' ist schief nach abwärts und zwar unter dem Winkel $\varrho - \alpha$ gegen den Horizont gerichtet. Die verticale Componente K verhindert das Heben der Schneide, sie stellt die Kraft der Klemmung dar

$$K = O' \sin (\varrho - \alpha) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3.$$

Nachdem nun dem numerischen Werthe nach $O = O'$ so erhält man durch Eliminirung dieser Grösse aus den Gleichungen 1. und 3. Die Beziehung zwi-

schen der Kraft des Schlages und der Klemmung

$$K = P \frac{\operatorname{tg} \varrho - \operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \varrho + \operatorname{tg} \alpha} \quad . \; . \; . \; . \; . \; (4.$$

Aus dieser Formel ist ersichtlich:

1. Dass die Klemmung überhaupt unmöglich ist, wenn der Neigungswinkel α gleich oder grösser ist, als der Reibungsminkel ϱ.

2. Dass die Klemmung um so stärker ist, je sanfter die Wände des Bohrlochs gegen einander zulaufen.

3. Dass endlich der ungünstigste Fall eintritt, wenn der Winkel α sich der Nulle nähert, indem die Kraft der Klemmung dann der Kraft des Schlages gleichkommt. Bedenkt man, dass im harten Gestein die im Augenblicke des Schlages auftretende Kraft hundert Tonnen und darüber betragen dürfte, so wird man es erklärlich finden, warum die Klemmungen mitunter so stark und so gefährlich werden können.

Wichtiger ist indessen die Anwendung der obigen Betrachtungen auf die Construction der Nachnahmbohrer. Soll nämlich ein Nachnahmbohrer seiner Aufgabe gewachsen sein, so darf er sich im Augenblicke des Schlages nicht schliessen und nach dem Schlage nicht klemmen d. i Backen müssen gegen die Kraft O absolut widerstandsfähig sein, der Kraft O' dagegen mit der grössten Leichtigkeit Folge leisten. Diese notwendige Bedingung muss selbst im ungünstigsten Falle zutreffen welcher dann eintritt, wenn der Neigungswinkel ϱ sich der Nulle nähert, mithin $\alpha + \varrho = \alpha - \varrho = \varrho$ ist.

Wir wollen untersuchen, inwieferne die bestehenden Typen diesen Anforderungen genügen.

Vor Allem ersieht man schon aus der Grösse der Kraft Q, dass kein Nachnahmbohrer auch nur angenähert verlässlich arbeiten kann, welcher dem klemmenden Seitendrucke nur die Kraft einer — wenn auch noch so starken — Feder entgegensetzt.

Zu dieser Kathegorie gehören z. B. zwei federnd mit einander verbundene Seitenschneiden. (Fig. 3.)

Die zweite Hauptgruppe bilden diejenigen Nachnahmbohrer, bei welchen die Backen um einen fixen Punct drehbar sind und durch eine Feder aufgerichtet werden (Fig. 4). Ein Blick in die Figur lehrt:

Fig. 3.

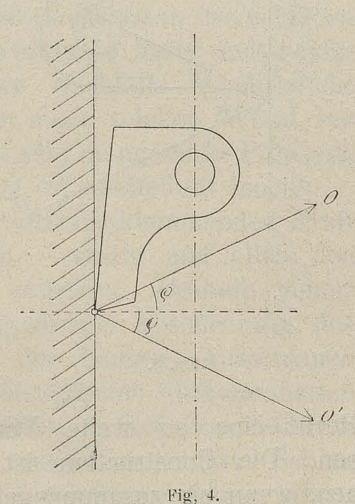


Fig. 4.

1. Dass diese Nachnahmbohrer sich niemals klemmen können, indem die Kraft O' sofort eine Drehung der Backe verursacht.

2. Dass die Backen im Augenblicke des Schlages nur dann unverschliessbar sind, wenn die Rich-

tung der Kraft *O* durch oder über den Drehungspunct geht; ist das nicht der Fall, so schliessen sich die Backen im Augenblicke des Schlages und gleiten an den conischen Wänden herunter anstatt in dieselben einzuschneiden. Der Unterschied der Arbeit ist dann ungefähr derselbe wie zwischen dem Behauen eines Steins mit dem Meissel und dem Schleifen dieses Meissels an der glatten Steinfläche.

Gehen wir die Nachnahmbohrer dieser Kathegorie der Reihe nach durch, so werden wir finden, dass keiner derselben obiger Bedingung entspricht mit Ausnahme des Fauk'schen Nachnahmbohrers, welcher durch sehr kurze und steile Backen characterisirt ist (Fig. 5.), so dass die Kraft *O* ungefähr durch den Drehungs-Mittelpunct hindurch geht mithin die Backe nicht schliessen kann. Dieses Werkzeug besitzt noch andere Vortheile, welche ihm mit Recht eine so weite Verbreitung gesichert haben. Die Construction ist einfach, die Backen gehen, wenn sie zusammengelegt werden, leicht durch die Rohre, öffnen sich unmittelbar unter denselben und gehen ebenso leicht wieder in die Röhrentour hinein. Doch gibt es hier auch Nachtheile, welche sich bei der Arbeit im härteren Gestein recht fühlbar machen; sie fliessen alle aus der characteristischen Kürze der Backen, welche anderer-

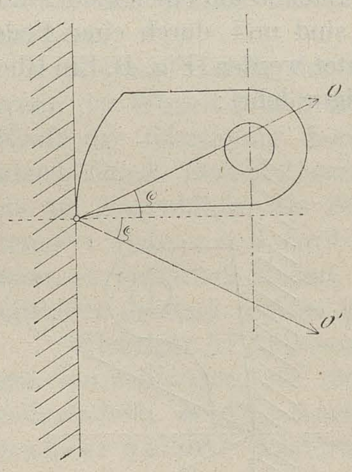


Fig. 5.

seits, wie wir gesehen haben, die Wirksamkeit des Werkzeuges bedingt.

1. Eine kurze Schneide nützt sich im harten Gebirge viel schneller ab, als eine lange (z. B. die Seitenschneide des Meissels) und tritt infolge dessen sehr leicht die Bildung eines conischen Bohrlochs ein, was, wie wir gesehen haben, für die weitere Arbeit von den schlechtesten Folgen ist.

2. Eine kurze Backe lässt sich kaum einige Male nachschärfen und verliert dabei immer mehr ihre Form, indem die Schneide zu einer vortretenden, scharfen Kralle wird, welche immer mehr kratzt anstatt zu behauen und einer immer schnelleren Abnützung unterliegt.

3. Die Wand des Bohrlochs ist in den seltesten Fällen glatt, indem abwechselnd harte und weiche Stellen und — infolge des Nachfalls — förmliche Cavernen vorkommen. An einer solchen Wand hat die kurze Schneide nur eine sehr mangelhafte Führung, was den Erfolg der Arbeit oft zweifelhaft macht.

4. Die kurze Backe setzt der klemmenden Kraft Q — einer enormen Kraft — einzig und allein den Widerstand des Bolzens entgegen. Deshalb gehört eine vollständige oder theilweise Abscheerung des Bolzens, des Ausbrechen der Backen, Ausschlagen der Bolzenlöcher etc. zu alltäglichen Vorkommnissen und zwingt den Bohrmeister, in halbwegs härteren Schichten, wo eben ein möglichst starker Schlag erwünscht wäre, ein sehr vorsichtiges Tempo einzuhalten, was auf den Fortschritt der Arbeit sehr ungünstig zurückwirkt.

Diese allgemein bekannten Nachtheile der kurzen Backe gaben wiederholt Veranlassung zur Einführung von längeren Schneiden, die gegen das Zusammendrücken durch eine entsprechende Sperr-

vorrichtung gesichert waren. Diese letztere bestand meistens in einem zweiten Paar Backen, welches. über den eigentlich arbeitenden Backen angebracht, dieselben unter den Rohren arretirte, beim Eintritt in die Rohre dagegen freiliess. Abgesehen von der evidenten Thatsache, dass diese Nachnahmbohrer die Gefahr der Klemmung keineswegs, ausschlossen, waren die speziellen Sperrmechanismen meistens viel zu complicirt und versagten oft im entscheidenden Augenblicke den Dienst, so, dass man endlich die ganze Röhrentour ziehen musste um den Nachnahmbohrer zu Tage zu bekommen.

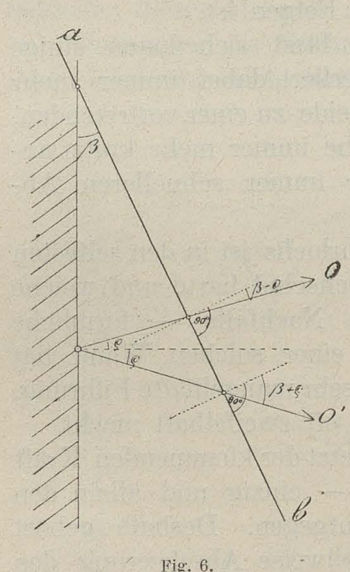


Fig. 6.

Eine weitere Hauptgruppe bilden diejenigen Constructionen bei denen die Backen nicht um einen Punkct drehbar, sondern parallel zu sich selbst verschiebbar sind. Nennen wir (Fig. 6.) den Neigungswinkel, den die Führungslinie *ab*. der Backe mit dem Lothe einschliesst, β. Wäre die Führung absolut glatt, so könnte, der Nachnahmbohrer nur dann gegen die Kraft O widerstandsfähig sein, wenn $\beta < \varrho$, weil eine grössere Neigung der Führungslinie sofort ein Herabgleiten der Backen zur Folge hätte. Nachdem nun aber zwischen Backe und Führung notwendiger Weise Reibung entsteht, deren Grösse durch den Reibungswinkel ϱ' gemessen erscheint, so kann der

Nachnahmbohrer beim Schlage sich nicht schliessen, wenn nur

$$\beta < \varrho + \varrho' \quad . \; . \; . \; . \; . \; (5$$

Um andererseits die Klemmung zu vermeiden, muss die Backe durch die Kraft O' sich verschieben lassen, also

$$\beta > \varrho' - \varrho \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; (6$$

Auf diese Weise sehen wir den richtigen Werth β zwischen zwei Grenzwerthen liegen; nachdem ϱ' ungefähr 10^0—15^0 beträgt, so darf β nicht grösser sein als 35^0 und nicht kleiner als 10^0. In der Praxis scheint sich der Werth $\beta = 30^0$ am besten zu bewähren.

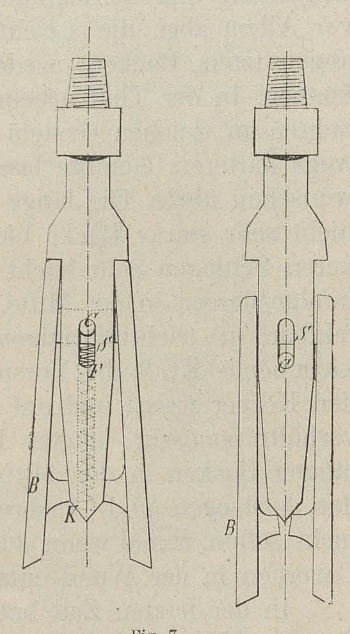


Fig. 7.

Zu dieser Kathegorie von Constructionen gehört vor Allem der sogen. australische Nachnahmbohrer (Fig. 7). der in Galizien zuerst von Mac Garvey eingeführt worden ist. Das Prinzip desselben besteht darin, dass zwei sehr lange Backen B, um einen gemeinsamen Bolzen C drehbar sind und mit diesem Bolzen sich im Körper des Nachbohrers auf und ab bewegen. Dabei wird der Bolzen in einem

verticalen Schlitze *S* geführt, während der untere Theil der Backen an dem keilförmigen Ende *K* des Hauptkörpers auf und niedergleitet und auf diese Weise die beiden Schneiden expandiren oder sich schliessen. Eine Feder *F* hat des Bestreben, die beiden Backen in der Höhe , mithin des Werkzeug in erweitertem Zustande zu erhalten.

Die Vortheile dieses Nachnahmbohrers sind evident: einfache Construction, Sicherheit gegen das Schliessen und Verklemmen, leichte Handhabung, vor Allem aber die Leichtigkeit, mit welcher die abgenützten Backen wieder nachgeschärft werden können. In der That arbeiten auch diese Nachnahmbohrer im weichen Gestein ganz correct. In halbwegs härterem Gebirge lassen sie indes Manches zu wünschen übrig. Die lange und nothwendiger Weise nicht sehr starke Backe biegt sich bei etwas stärkeren Schlägen sehr leicht durch und bricht auch infolge dessen in der Mitte. Dasselbe geschieht unfehlbar in trichterförmigen Bohrlöchern, weil die klemmende Kraft die Vorsprünge der Backen gegen den Körper presst und auf diese Weise, an einem verhältnissmässig langen Hebelarme wirkend, die langen Backen in der Mitte durchbiegt. Auch ist das Ausbiegen und Ausbrechen nach Aussen hin nicht selten, zumal wenn durch den Nachfall grössere Cavernen in der Wand entstanden sind.

In der letzten Zeit hat unsere Firma unter dem Namen „Heureka“ einen neuen Nachnahmbohrer in die Praxis eingeführt, (Fig. 8. u. 9. s. Seite 16. u. 17.) welcher darauf beruht, dass die Backe mittels zweier schiefen Längsschlitze *L* (Fig. 10.) und zweier durch dieselben gesteckten Bolzen *B* parallel zu sich selbst und zwar unter einem Winkel von 30^0

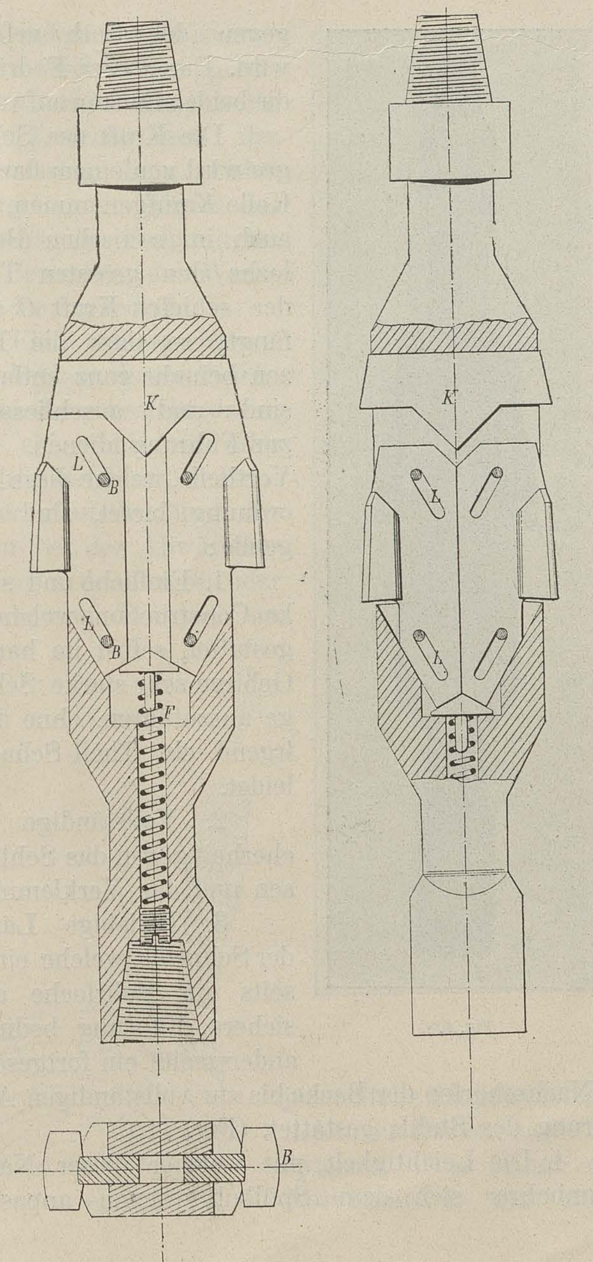


Fig. 10.



Fig. 8.

gegen das Loth geführt wird. Eine Feder F drückt die beiden Backen aufwärts.

Die Kraft des Schlages wird von einem flachen Keile *K* aufgenommen, der auch im conischen Bohrloche den grössten Theil der schiefen Kraft *O* auffängt, so dass die Bolzen beinahe ganz entlastet sind und auschliesslich zur Führung dienen. Die Vortheile, welche diese Anordnung bietet, sind folgende:

1. Einfache und starke Construction, welche es gestattet, selbst im harten Gebirge sehr starke Schläge auszuführen, ohne dass irgend ein Theil Schaden leidet.

2. Vollständige Sicherheit gegen das Schliessen und das Verklemmen.

3. Beliebige Länge der Schneide, welche einerseits im Bohrloche eine sichere Führung bedingt, andererseits ein fortgesetztes Nachschärfen der Backe bis zur vollständigen Aufzehrung des Stahls gestattet. (Fig. 11.)

4. Die Leichtigkeit, mit welcher dieser Nachnahmbohrer sich dem Spülbohrsysteme anpassen

lässt, indem der Zwischenraum zwischen den geöffneten Backen gleichzeitig zum Durchströmen des Spülwassers dient. Dabei unterstützt der Druck des Wassers die Feder in ihrem Bestreben, das Werkzeug zu expandiren.

Eine weitere Eigenthümlichkeit dieser Nachnahmbohrer besteht darin, dass sie wohl mit aller Leichtigkeit durch die Rohre heraufzuholen sind, dagegen bei der Abwärtsbewegung in den Rohren oder im engeren Bohrloch an

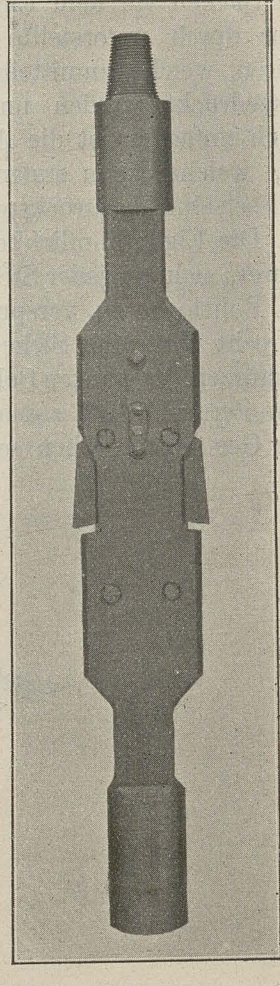


Fig. 9.

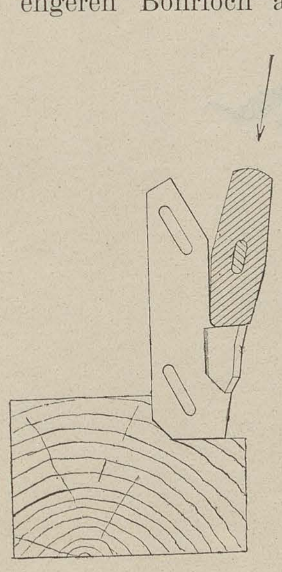


Fig. 11.

jeder Stelle hängen bleiben, indem die Backen sich verspreizen. Dies bringt die Notwendigkeit mit sich,

die Backen vor dem Einlassen mit Draht zu binden oder durch unterstellte Holz- oder Blechstücke, zu fixiren, welche unmittelbar unter den Rohren hinausgedrückt werden und die Backen freimachen. Noch einfacher ist die Anwendung eines Sperrstiftes, welcher beim ersten Aufschlagen der unteren Meisselschneide zurückspringt und die Backen loslässt.

Die Eigenthümlichkeit der „Heureka“ Nachnahmbohrer, sich an jeder Stelle im Rohr oder im engeren Bohrloche zu verspreizen, bietet andererseits eine recht wirksame Sicherheitsvorrichtung gegen das Abstürzen des ganzen Bohrzeugs, wenn während der Erweiterungsarbeit, zumal aber während des Förderns das Gestänge brechen sollte.



